

7/5/7  
DIALOG(R) File 347:JAPIO  
(c) 2000 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

06273179      \*\*Image available\*\*  
MAGNETORESISTANCE EFFECT ELEMENT AND MANUFACTURE THEREOF

PUB. NO.:        11-214767 [JP 11214767 A]  
PUBLISHED:      August 06, 1999 (19990806)  
INVENTOR(s):    NOMURA AKIHIKO  
APPLICANT(s):   VICTOR CO OF JAPAN LTD  
APPL. NO.:      10-013073 [JP 9813073]  
FILED:          January 26, 1998 (19980126)  
INTL CLASS:     H01L-043/08; G11B-005/39; H01F-010/30; H01F-041/22

#### ABSTRACT

PROBLEM TO BE SOLVED: To stabilize the reproduction characteristic by laminating an antiferromagnetic film having a lower blocking temp. than that of an antiferromagnetic film on a more lower layer than a ferromagnetic film laminated on a lower nonmagnetic film, and controlling the magnetizing direction of the ferromagnetic film by an antiferromagnetic film laminated on a lowermost layer.

SOLUTION: With a magnetic field applied to in a substrate plane during forming a film, a Cu lower film 21, first FeMn antiferromagnetic film 22, first NiFe ferromagnetic film 23, Cu non-magnetic intermediate layer 24, second NiFe ferromagnetic film 25, second InMn antiferromagnetic film 26 and Ta protective film 27 are formed on a substrate. The blocking temps. of the first and the second antiferromagnetic films 22, 26 are 150 and 250 $^{\circ}$ C respectively. For controlling the magnetizing direction of the second ferromagnetic film 25, it is heat treated in an external magnetic field being applied in a Y-axis direction at 250 $^{\circ}$ C, and for controlling the magnetizing direction of the first ferromagnetic film 23, it is heat treated in a magnetic field being applied in an X-axis direction at 150 $^{\circ}$ C.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-214767

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月6日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

H 0 1 L 43/08

H 0 1 L 43/08

Z

G 1 1 B 5/39

G 1 1 B 5/39

H 0 1 F 10/30

H 0 1 F 10/30

41/22

41/22

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平10-13073

(22) 出願日 平成10年(1998) 1月26日

(71) 出願人 000004329

日本ビクター株式会社

神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地

(72) 発明者 野村 昭彦

神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地 日本ビクター株式会社内

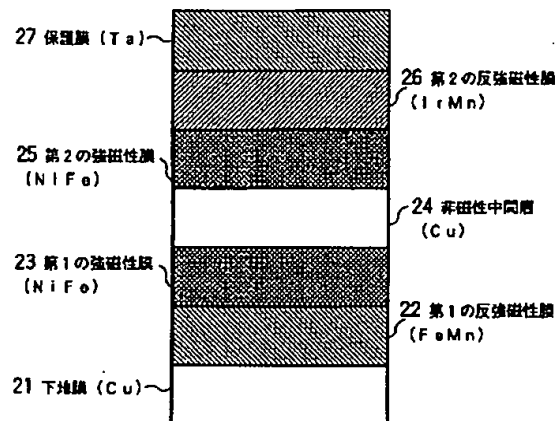
(74) 代理人 弁理士 三好 秀和 (外9名)

(54) 【発明の名称】 磁気抵抗効果素子及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 MRヘッド等の再生部に用いられる磁気抵抗効果素子において、自由層と固定層の磁化方向をより直交化させ、再生特性を安定化させる。

【解決手段】 第2の反強磁性膜26のブロッキング温度より低いブロッキング温度をもつ第1の反強磁性膜22を第1の強磁性膜23のさらに下層に積層し、この第1の反強磁性膜22により前記第1の強磁性膜23の磁化方向を制御するようにした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも、下から強磁性膜、非磁性膜、強磁性膜、及び反強磁性膜が順に成膜された積層膜を備えた磁気抵抗効果素子において、前記反強磁性膜のブロッキング温度より低いブロッキング温度の反強磁性膜を、前記非磁性膜の下層に積層された強磁性膜のさらに下層に積層し、該最下層に積層した反強磁性膜により前記非磁性膜の下層に積層された強磁性膜の磁化方向を制御することを特徴とする磁気抵抗効果素子。

【請求項2】 少なくとも、下から強磁性膜、非磁性膜、強磁性膜、及び反強磁性膜が順に成膜された積層膜を備えた磁気抵抗効果素子の製造方法において、前記反強磁性膜のブロッキング温度より低いブロッキング温度の反強磁性膜を、前記非磁性膜の下層に積層された強磁性膜のさらに下層に積層し、前記非磁性膜の上層に積層された強磁性膜の磁化方向を制御するための磁界中熱処理を前記積層膜の最上層の反強磁性膜のブロッキング温度で実施した後、前記非磁性膜の下層に積層された強磁性膜の磁化方向を制御するための磁界中熱処理を前記最上層の反強磁性膜のブロッキング温度より低い温度で実施することを特徴とする磁気抵抗効果素子の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、HDD等の磁気ディスク装置、あるいはDCC等の磁気テープ装置の磁気ヘッド等に用いられる磁気抵抗効果素子に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、HDD等の磁気ディスク装置では、これまでのインダクティブヘッドに代わって、記録・再生分離型薄膜磁気ヘッドが採用されつつある。この磁気ヘッドでは、記録部にインダクティブヘッドが、再生部に磁気抵抗効果型ヘッド（以下、MRヘッド）が用いられている。このMRヘッドは、従来のコイルを巻いたインダクティブヘッドよりも再生特性が高感度、高出力であるため、装置の小型化、高密度化に有利と考えられている。

【0003】また最近では、より高いMR効果が得られるMRヘッドに関する研究も盛んに行われており、とくにスピンバルブ膜と呼ばれる積層膜を用いたスピンバルブ型MRヘッドが注目されている。

【0004】図4は、従来の一般的なスピンバルブ膜の構成を示す概略断面図である。スピンバルブ膜の中心部分は、非磁性金属の薄膜である非磁性中間層10と、この中間層10により分離された二つの磁性薄膜である第1の強磁性膜11及び第2の強磁性膜12により構成されている。このうち、第1の強磁性膜11側には下地膜13が形成され、第2の強磁性膜12側には反強磁性膜14、保護膜15が形成されている。なお、図4は外部

磁界が加わる方向から見たときの断面を示している。

【0005】前記二つの強磁性膜11、12の磁化容易軸の方向（以下、磁化方向）は、外部磁界に対しそれぞれ異なった変化をするように設定されている。すなわち、第1の強磁性膜11（自由層）は記録媒体からの信号磁界により磁化方向が回転するように、また第2の強磁性膜12（固定層）は記録媒体からの信号磁界に対し常に磁化方向が保持されるように設定されている。このような磁化方向を作り出す方法としては、例えば自由層には保持力の小さい磁性膜、すなわち軟磁気特性の良い磁性膜を用い、固定層には反強磁性膜を積層したときの交換結合磁界を利用して固着する方法、あるいは保磁力の大きな磁性膜を用い固着する方法などがある。

【0006】スピンバルブ膜の電気抵抗は、2層の磁化方向の角度の余弦の関数として変化し、自由層と固定層のそれぞれの磁化の向きが同一方向を向いた時（0度）に電気抵抗は最小になり、逆に反対を向いた時（180度）に最大となる。記録媒体からの信号磁界により、この変化が生じることで再生信号が得られる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、スピンバルブ膜を磁気ヘッドに応用する場合は、再生信号の線形性を確保するため、自由層と固定層の磁化方向を90度（直交）に設定している。この場合、記録媒体からの信号磁界の方向に対して、自由層の磁化方向は垂直に、固定層の磁化方向は水平に向になる。

【0008】この状態を実現するために、温度と外部磁界方向を変えた磁界中熱処理が行われている。図5は、磁界中熱処理が行われた場合の自由層と固定層のそれぞれ磁化方向を模式的に表したものである。まず、自由層に対して高温（例えば280℃）で外部磁界を掛けると、その外部磁界の方向に誘導磁気異方向が生じて自由層での磁化方向が制御される。次に、固定層に対しては、先の温度より低い固定層の反強磁性膜のブロッキング温度（交換結合磁界が消失する温度、ここでは250℃）付近で外部磁界の向きを90度変えることにより固定層の磁化方向が制御される。

【0009】ところが、固定層の磁化方向を制御するために外部磁界の方向を変えると、矢印aで示すように自由層の磁化方向が外部磁界の影響を受けて本来の角度よりもズレてしまい、自由層と固定層の磁化方向の直交化を実現することができなくなるため、磁気ヘッドとしての再生特性も不安定なものになってしまう。

【0010】この発明は、自由層と固定層の磁化方向をより直交化させることにより、再生特性を安定化することができる磁気抵抗効果素子及びその製造方法を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1の発明は、少なくとも、下から強磁性膜、

非磁性膜、強磁性膜、及び反強磁性膜が順に成膜された積層膜を備えた磁気抵抗効果素子において、前記反強磁性膜のブロッキング温度より低いブロッキング温度の反強磁性膜を、前記非磁性膜の下層に積層された強磁性膜のさらに下層に積層し、該最下層に積層した反強磁性膜により前記非磁性膜の下層に積層された強磁性膜の磁化方向を制御することを特徴とする。

【0012】また請求項2の発明は、少なくとも、下から強磁性膜、非磁性膜、強磁性膜、及び反強磁性膜が順に成膜された積層膜を備えた磁気抵抗効果素子の製造方法において、前記反強磁性膜のブロッキング温度より低いブロッキング温度の反強磁性膜を、前記非磁性膜の下層に積層された強磁性膜のさらに下層に積層し、前記非磁性膜の上層に積層された強磁性膜の磁化方向を制御するための磁界中熱処理を前記積層膜の最上層の反強磁性膜のブロッキング温度で実施した後、前記非磁性膜の下層に積層された強磁性膜の磁化方向を制御するための磁界中熱処理を前記最上層の反強磁性膜のブロッキング温度より低い温度で実施することを特徴とする。

【0013】上記構成において、非磁性膜の上層に積層された強磁性膜（固定層）に対し、そのさらに上層に積層された反強磁性膜のブロッキング温度で外部磁界を掛けると、前記強磁性膜（固定層）の磁化方向は、その外部磁界の方向に制御される。次に、非磁性膜の下層に積層された強磁性膜（自由層）に対し、そのさらに下層に積層された反強磁性膜のブロッキング温度で、かつ向きを90度変えた外部磁界を掛けると、前記強磁性膜（自由層）の磁化方向は、その外部磁界の方向に制御される。このとき、自由層である強磁性膜の磁界中熱処理は、固定層である強磁性膜のブロッキング温度以下で行われるため、固定層の強磁性膜に生じる交換結合磁界が消失することがなく、自由層の磁界中熱処理時に向きの異なる外部磁界が掛けられても、固定層の磁化方向は交換結合磁界の作用により変化することがない。

【0014】ここで、ブロッキング温度と磁化方向との関係について説明する。強磁性膜と反強磁性膜を積層すると、反強磁性膜には交換結合磁界が生じ、強磁性膜の界面での磁化方向は反強磁性膜の磁気モーメントと同じ方向に制御される。この交換結合磁界が作用しているときは、外部磁界を掛けたときだけその磁界の方向に磁化方向は整列するが、外部磁界がなくなると磁化方向は元の方向に戻る。このように、交換結合磁界が作用している間は、ある磁界の大きさまでは磁化方向が変化しない性質がある。しかし、この交換結合磁界はある温度になると消失し、（その温度をブロッキング温度と呼んでいる）、このブロッキング温度で交換結合磁界が消失したときに、ある方向から外部磁界を掛けると、強磁性膜の磁化方向はその外部磁界の方向に制御される。その後、温度をブロッキング温度より下げると、再び交換結合磁界が作用し始めるが、このときの強磁性膜の磁化方向

は、交換結合磁界が消失した際に掛けられた外部磁界の向きと同じ方向に整列し、再びブロッキング温度で外部磁界が掛けられるまでは、その状態が維持される。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、この発明に係わる磁気抵抗効果素子及びその製造方法を、スピンバルブ型MRヘッドに適用した場合の一実施形態について説明する。

【0016】図1は、この実施形態のスピンバルブ型MRヘッドに用いられるスピンバルブ膜の構成を示す概略断面図である。なお、この膜をスピンバルブ型MRヘッドとして構成した場合には、このスピンバルブ膜に電流を流すための一対の電極などが配置される。

【0017】図1に示すスピンバルブ膜の成膜にはスパッタ法を用い、成膜中に基板面内方向に磁界を印加しながら、図示しないガラス基板上に順次膜を形成した。その構成は、下地膜21としてCu、第1の反強磁性膜22としてFeMn（50-50at%）、第1の強磁性膜（自由層）23としてNiFe（82-18at%）、非磁性中間層24としてCu、第2の強磁性膜（固定層）25としてNiFe（82-18at%）、第2の反強磁性膜26としてIrMn（22-78at%）、保護膜27としてTaを用いた（図中、カッコ内に物質名を示す）。

【0018】上記第1の反強磁性膜22として成膜したFeMnと、第2の反強磁性膜26として成膜したIrMnのブロッキング温度は、それぞれ150℃と250℃である。ここで、第2の強磁性膜25と第2の反強磁性膜26を積層した場合、固定層である第2の強磁性膜25のブロッキング温度は250℃となり、第1の強磁性膜23と第1の反強磁性膜22を積層した場合、自由層である第1の強磁性膜23のブロッキング温度は150℃となる。

【0019】この積層膜を成膜後、フォトリソグラフィにより所定のパターンに成形した。この実施形態では、2×3μmの長方形のパターンを用いた。次いで、積層膜の磁化方向を直交化させるために、以下のような磁界中熱処理を施した。

【0020】図2は、外部磁界方向と自由層、固定層の磁化方向を示す模式図である。図2は図1の構成を簡略化したもので、手前に見えている断面が図1の断面に相当する。また、記録媒体からの信号磁界（外部磁界）はY軸方向に掛かるものとする。

【0021】まず、固定層である第2の強磁性膜25の磁化方向を制御するため、温度250℃でY軸方向に外部磁界を掛けながら磁界中熱処理を行った。この処理により、第2の強磁性膜25の磁化方向は図示のようにY軸方向に制御される。次に、自由層である第1の強磁性膜23の磁化方向を制御するため、温度150℃でX軸方向に磁界を掛けながら磁界中熱処理を行った。この時の温度は、先に処理を行った第2の強磁性膜25のプロ

ッキング温度以下 ( $150^{\circ}\text{C} < 250^{\circ}\text{C}$ ) であるので、磁界中熱処理中は固定層の磁化方向に影響を与えることなく、第2の強磁性膜25の磁化方向はY軸方向に維持される。それぞれの熱処理時の外部磁界の大きさは4 (KA/m) とした。

【0022】このようにして作成されたスピンバルブ膜について抵抗変化を調べたところ、従来のスピンバルブ膜に比べて良好な特性を得ることができた。これにより、自由層と固定層の磁化方向が従来に比べてより直交化していることが間接的に確認された。

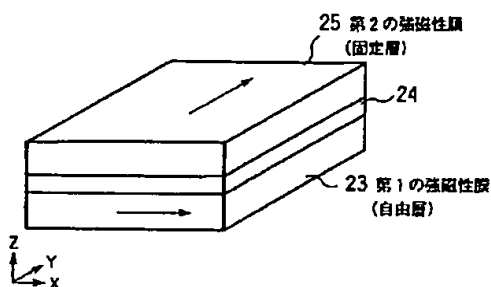
【0023】次に、上記スピンバルブ膜における各層の磁化方向と外部磁界の作用について説明する。図3は、上記磁界中熱処理が行われた自由層と固定層のそれぞれ磁化方向を模式的に表したもので、図5に対応している。

【0024】まず、固定層に対して、ブロッキング温度である  $250^{\circ}\text{C}$  で外部磁界を掛けると、その外部磁界の方向に固定層の磁化方向が制御される。次に、自由層に対して、ブロッキング温度である  $150^{\circ}\text{C}$  で、かつ向きを  $90^{\circ}$  変えた外部磁界を掛けると、その外部磁界の方向に自由層の磁化方向が制御される。ここで、自由層の磁界中熱処理は固定層のブロッキング温度以下で行われるため、固定層の交換結合磁界が消失することがない。したがって、自由層の磁界中熱処理時に外部磁界が掛けられても、固定層の磁化方向がこの外部磁界の影響によりズレることがほとんどないので、自由層と固定層の磁化方向を従来に比べてより直交化させることができる。

【0025】なお、この実施形態では、第2の反強磁性膜26にブロッキング温度が  $250^{\circ}\text{C}$  の IrMn を用い、第1の反強磁性膜22にブロッキング温度が  $150^{\circ}\text{C}$  の FeMn を用いた例について示したが、本発明は第2の反強磁性膜のブロッキング温度が第1の反強磁性膜のブロッキング温度より低いことを特徴とするものであり、必ずしも上記実施形態の組み合わせに限定されるものではない。

\*

【図2】



\*【0026】また、第2の反強磁性膜のブロッキング温度と第1の反強磁性膜のブロッキング温度との差は、第2の反強磁性膜のブロッキング温度を  $T2 (^{\circ}\text{C})$ 、第1の反強磁性膜のブロッキング温度を  $T1 (^{\circ}\text{C})$  とした場合は、 $120 < T1 < T2 - 80$  の範囲で設定される。ただし、温度の下限は装置の使用温度により異なり、上記数値はおよその目安を示したものである。

【0027】例えば、上記実施形態の場合、固定層のブロッキング温度  $250^{\circ}\text{C}$  に対し、自由層のブロッキング温度を  $120^{\circ}\text{C} \sim 170^{\circ}\text{C}$  の範囲に設定することにより、自由層と固定層の磁化方向の直交化を実現することができる。

【0028】

【発明の効果】以上説明したように、この発明に係わる磁気抵抗効果素子及びその製造方法においては、自由層と固定層の磁化方向を従来に比べてより直交することができるので、再生特性の安定化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施形態のスピンバルブ型MRヘッドに用いられるスピンバルブ膜の構成を示す概略断面図。

【図2】外部磁界方向と自由層、固定層の磁化方向を示す模式図。

【図3】磁界中熱処理が行われた自由層と固定層のそれぞれ磁化方向を示す模式図（本発明）。

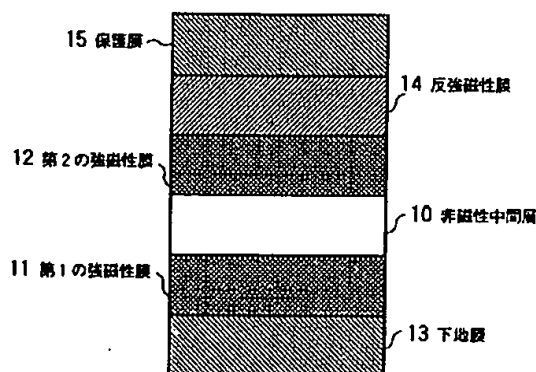
【図4】従来の一般的なスピンバルブ膜の構成を示す概略断面図。

【図5】磁界中熱処理が行われた自由層と固定層のそれぞれ磁化方向を示す模式図（従来例）。

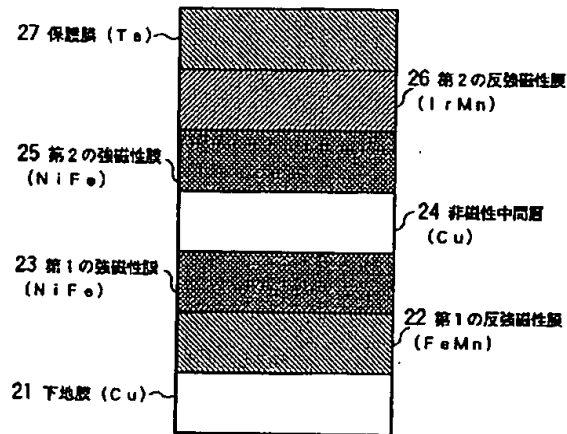
【符号の説明】

- 22 第1の反強磁性膜
- 23 第1の強磁性膜
- 24 非磁性中間層
- 25 第2の強磁性膜
- 26 第2の反強磁性膜

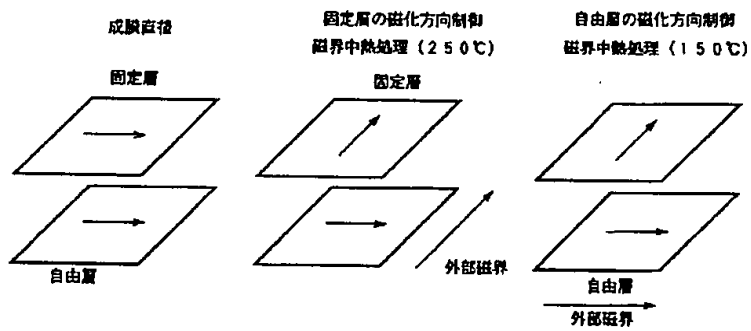
【図4】



【図1】



【図3】



【図5】

